

PATENT  
87900D-000511/US

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicants: Masaaki OGURI  
Application No.: NEW  
Filed: August 7, 2003  
For: DIGITAL MEASURING HEAD

---

**PRIORITY LETTER**

August 7, 2003

Honorable Commissioner of Patents and Trademarks  
Washington, DC 20231

Dear Sirs:

Pursuant to the provisions of 35 U.S.C. 119, enclosed is/are a certified copy of the following priority document(s).

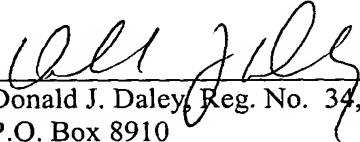
| <u>Application No.</u> | <u>Date Filed</u> | <u>Country</u> |
|------------------------|-------------------|----------------|
| 2002-229550            | 8/07/02           | JAPAN          |

In support of Applicant's priority claim, please enter this document into the file.

Respectfully submitted,

HARNESS, DICKY, & PIERCE, P.L.C.

By

  
Donald J. Daley, Reg. No. 34,313  
P.O. Box 8910  
Reston, Virginia 20195  
(703) 390-3030

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

**INFORMATION SHEET**

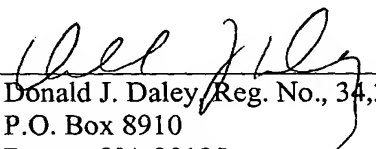
Applicant(s): Masaaki OGURI  
Application No: **NEW**  
Filed: August 7, 2003  
For: **DIGITAL MEASURING HEAD**  
Priority Claimed Under 35 U.S.C. §119 and/or 120:

| <b>COUNTRY</b> | <b>DATE</b> | <b>NUMBER</b> |
|----------------|-------------|---------------|
| JAPAN          | 8/07/2002   | 2002-229550   |

Send correspondence to : HARNESS, DICKEY & PIERCE, P.L.C.  
P.O. Box 8910  
Reston, VA 20195  
(703) 668-8000

The above information is submitted to advise the United States Patent and Trademark Office of all relevant facts in connection with the present application. A timely executed Declaration in accordance with 37 CFR 1.64 will follow.

Respectfully submitted,

By   
Donald J. Daley, Reg. No., 34,313  
P.O. Box 8910  
Reston, VA 20195  
(703) 668-8000

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日                      2002年 8月 7日  
Date of Application:

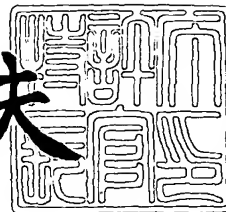
出願番号                      特願2002-229550  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [JP2002-229550]

出願人                      株式会社東京精密  
Applicant(s):

2003年 7月18日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号    出証特2003-3057776

【書類名】 特許願

【整理番号】 TS2002-038

【提出日】 平成14年 8月 7日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01B 11/00

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都三鷹市下連雀 9 丁目 7 番 1 号 株式会社東京精密  
                                内

    【氏名】 小栗 正明

【特許出願人】

    【識別番号】 000151494

    【氏名又は名称】 株式会社東京精密

【代理人】

    【識別番号】 100083116

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 松浦 憲三

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 012678

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9708638

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 デジタル測定ヘッド

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ワークに接触子を当接させて該ワークを測定する測定装置の測定ヘッドにおいて、

支点を中心に回転可能に支持されたアームと、  
先端に接触子を有し前記アームの先端部に取付けられたフィンガと、  
前記アームの後端部に設けられたスケール又は読取りヘッドと、  
を有し、

前記ワークと接触する前記接触子の変位を、前記スケールと読取りヘッドとで  
検出することを特徴とするデジタル測定ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は測定ヘッドに関するもので、特にマシンコントロールゲージや表面粗さ輪郭形状測定機等に用いられるシーソー式の測定ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、マシンコントロールゲージや表面粗さ輪郭形状測定機等に用いられるシーソー式の測定ヘッドにおいては、接触子の変位を検出するセンサにLVDT (Linear Voltage Differential Transducer) と呼ばれる線形電圧差動変圧器 (通称差動トランス) が用いられていた。

【0003】

図22はこの従来の測定ヘッドの概念図である。図22に示す測定ヘッド110は、シーソー機構を2個組み合わせた外径測定用の測定ヘッドである。従来の測定ヘッド110は、図22に示すように、支点部材111を中心に回動可能に支持された接触子114の移動量が、支点部材111と反対方向に設けられたLVDT115で電圧の変化として検出される。このLVDT115の検出値が管制部140で処理され、移動量として求められる。

## 【0004】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかし、この従来の測定ヘッド110はセンサにLVDTを用いているので以下のような問題があった。即ち、LVDTの直線範囲が狭いので測定範囲が狭く（通常1mm程度）広範囲の測定ができない。

## 【0005】

また指示寸法の校正のために大範と小範の2個の校正用マスタが必要である。例えば、 $\Phi 30 \pm 0.01$  mmのワークを測定する場合、 $\Phi 30.01$ （大範）と $\Phi 29.99$ （小範）のマスタを使用して感度を調整する。

## 【0006】

特に1台の測定ヘッドで数種類のワーク径に対応できるようにしたサイズシフト機能を有する測定ヘッドの場合は、測定する各寸法毎に大・小範マスタが必要であった。例えば20mm径差対応の場合、20mmの範囲内ならどこでもゼロ点を設定できるが、あくまで測定範囲は1mm程度であるので、3種類のワークを測定しようとする時は夫々大・小範計6個のマスタが必要となる。これはLVDTの直線性が場所によって異なるためである。

## 【0007】

更に、段取り替え及びマスタによる校正作業等のため、測定のためのセッティングに時間が掛かる。その上、温度特性が悪くその補正のための調整や検査に時間が掛かり、また電源投入後安定するまでに時間が掛かるので起動特性が悪い、といった問題である。

## 【0008】

これらの問題を解決するために、実願昭62-078462号公報では直動運動する光学式デジタル方式を採用したデジタル測定ヘッドが提案されている。しかし、ここに開示されている内容では、支点部材を中心に回動可能に支持された接触子の移動量を直動運動の移動量に変換するための機構を設ける必要がある。

## 【0009】

しかしこの回転運動を直動運動に変換する機構は、複雑な構造となることからコストアップにつながるとともに、可動部分の質量の増加やリンク支点の摩擦な

どにより、応答周波数を悪化させることとなり、高速応答周波数特性が要求される表面粗さ測定ヘッドには適さない、という問題があった。

#### 【0010】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、広範囲の測定ができ、起動特性や温度特性、更には応答周波数特性に優れ、加えて指示寸法の校正のためのマスタが少なく済むデジタル測定ヘッドを提供すること、また、広範囲の測定ができ高速応答周波数特性に優れていることから輪郭形状測定機と表面粗さ測定機に共用可能なデジタル測定ヘッドを提供することを目的とする。

#### 【0011】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明は前記目的を達成するために、ワークに接触子を当接させて該ワークを測定する測定装置の測定ヘッドにおいて、支点を中心に回転可能に支持されたアームと、先端に接触子を有し前記アームの先端部に取付けられたフィンガと、前記アームの後端部に設けられたスケール又は読取りヘッドと、を有し、前記ワークと接触する前記接触子の変位を、前記スケールと読取りヘッドとで検出することを特徴としている。

#### 【0012】

本発明によれば、ワークと接触する接触子の変位を、スケールと読取りヘッドとで検出するので、広範囲の測定ができ、起動特性や温度特性、更には応答周波数特性に優れ、加えて指示寸法の校正のためのマスタは最初の調整時に使用することのみとすることができる。

#### 【0013】

##### 【発明の実施の形態】

以下添付図面に従って、本発明に係るデジタル測定ヘッドの好ましい実施の形態について詳説する。尚各図において、同一の部材については同一の番号又は符号を付している。

#### 【0014】

図1は、本発明に係るデジタル測定ヘッドの構成を示す側断面図である。デジタル測定ヘッド10は、図1に示すように、ベース21、支点部材11、アーム

12、フィンガ13、接触子14、スケール15、図示しない読取りヘッド、加圧部材17、ダンパ18、ブーツ19、及びケース22等から構成されている。

#### 【0015】

支点部材11はホルダ20に支持されてベース21に取付けられている。アーム12は支点部材11に保持され、支点部材11を中心にシーソー回動自在になっている。アーム12の一端にはフィンガ13がネジ止めされ、フィンガ13の先端にはワークWに当接する接触子14が取付けられている。一方、アーム12の他端にはセンサとしてのスケール15が取付けられている。また、スケール15の目盛りを読取る読取りヘッドがベース21に固定されている。

#### 【0016】

アーム12には接触子をワークWに向けて押圧する加圧部材17が設けられている。この加圧部材には圧縮バネが用いられているが、引張りバネやその他の弾性部材等、アーム12に回転力を発生させることのできるものなら何でもよい。更に、アーム12にはダンパ18が設けられ、接触子14の飛び跳ねや振動を抑制する。

#### 【0017】

アーム12の先端部、フィンガ13、及び接触子14を除くその他の部材はケース22で覆われている。このケース22には開口部がありこの開口部からアーム12の先端部が飛び出している。また、この開口部にはブーツ19が設けられ、ケース22内部への塵埃やミストの侵入を防止している。

#### 【0018】

次に、このように構成されたデジタル測定ヘッド10の作用について説明する。まずデジタル測定ヘッド10がワークWに対してセットされる。接触子14は加圧部材17によってワークWに押圧されているので、ワークWの寸法に応じて支点部材11を中心に回動変位される。接触子14が回動変位されるとアームに取付けられたスケール15も回動変位される。このスケール15の変位量は読取りヘッドで検出されて検出信号がA/D変換部30で処理され、管制部40に送られてワークWの寸法が求められる。

#### 【0019】



この時アーム 1 2 にはダンパ 1 8 が設けられているので、接触子 1 4 の飛び跳ねや振動が防止される。また、ケース 2 2 の開口部にはブーツ 1 9 が取付けられているので、加工液やミスト、及びその他塵埃等がケース 2 2 内に浸入する事がない。

### 【0 0 2 0】

図 1 に示したデジタル測定ヘッド 1 0 は、ワーク W の厚さや段差、輪郭形状、及び表面状態を測定する測定ヘッド（以下  $\Gamma$  型測定ヘッドと称する）であるが、図 2 に示すデジタル測定ヘッド 1 0 は、図 1 で示した構造を対称に 2 個組み合わせ、ワーク W の外径を測定するようにした測定ヘッドである。この測定ヘッドでは、図 2 に示した外径測定用の他に、接触子 1 4 を逆向きに取り付け、加圧部材 1 7 の加圧方向を逆向きにした内径測定用ヘッドもある。外径測定用ヘッドおよび内径測定用ヘッド（以下  $\Sigma$  型測定ヘッドと称する）の動作作用は、基本的に図 1 に示した  $\Gamma$  型測定ヘッドと同じであるので、説明は省略する。

### 【0 0 2 1】

次に各部について、より詳細に説明する。先ず、デジタル測定ヘッド 1 0 の本体構造は、フィンガ 1 3 と接触子 1 4 を除いた各主要構成要素を全てベース 2 1 に取付け 1 つのユニットにした上でケース 2 2 に取付けてある。ベース 2 1 をワーク W と同じ材質あるいは同じ熱膨張係数の材質にすることで、温度特性に優れた測定ヘッドになる。これは、環境温度が変化するとワーク W は膨張あるいは収縮する。この時同じ線膨張係数であれば、ベース 2 1 は固定したネジ部を基点にワーク W と同じように伸び縮みするため測定誤差を小さくできるからである。また、同じ材質であっても、各要素がケース 2 2 の異なる場所に固定されている場合は、場所により変化量が異なるため誤差が大きく生ずる。 $\Sigma$  型測定ヘッドは、図 2 に示すように、熱の影響を受け難いシンメトリ構造になっている。

### 【0 0 2 2】

支点部材 1 1 は、図 3 (a) に示すような十字ばね支点が用いられている。十字ばね支点は、図 3 (a) 左側の図に示すような板ばねを 2 枚クロスして並べる構成もあるが、本実施の形態では図 3 (a) 右側の図に示すような、ワイヤカット加工による削り出しで一体化したものを用いている。この一体化した十字ばね

支点は、加工費が高いが剛性があり繰返し精度も良いので、高精度の支点に適している。

#### 【 0 0 2 3 】

支点部材 1 1 は上記の外に、図 3 (b) に示す L 字ばね支点、図 3 (c) に示す弾性支点、更にベアリングやピボット支点等を使用することができる。L 字ばね支点は精度は十字ばねには及ばないが安価であり、一般的に広く用いられている支点である。しかし、旋回運動に伴い支点中心が移動するという欠点を有しており、センサに L V D T を用いている場合は問題にならないレベルであるが、センサがスケールの場合は無視できない誤差となる。このため、旋回運動と支点中心の移動量との関係を計算で求め、ソフトウェアで補正する。

#### 【 0 0 2 4 】

弾性支点は、高精度であるが僅かな旋回角度しかとれないので、測定範囲の狭い場合に安価に使用できる。ベアリング支点は、旋回角度に制限がないが、摩擦により精度低下が生じるので定期的に交換する必要がある。

#### 【 0 0 2 5 】

フィンガ 1 3 は、ワーク形状に合わせて交換できるように、アーム 1 2 とは別体で、アーム 1 2 にネジで固定するようになっているが、アーム 1 2 と一体型であっても構わない。また、フィンガ 1 3 の材質はステンレススチールが用いられているが、鉄に防錆メッキを施したものやセラミックス等を使用してもよい。断面形状的には、クーラントをかけながら加工するワーク W を測定する場合、クーラントがフィンガ 1 3 にもかかるため、クーラントの圧力が測定に及ぼす影響を少なくするため円形の断面になっている。しかし、円形に限るものではなく、角型断面、楕円形断面等を用いてもよい。

#### 【 0 0 2 6 】

接触子 1 4 は、図 1、及び図 2 に示すように、ネジ式の接触子 1 4 が用いられ、高さ方向の微調整ができるようになっている。尚、接触子 1 4 を直接フィンガ 1 3 に埋め込んで、高さ方向の調整はフィンガの取付け部で行う構造であってもよい。また、Γ 型測定ヘッドの場合は測定ヘッド全体を移動して高さ方向の調整を行うこともできる。

## 【 0 0 2 7 】

ワークWと接触する接触子14の先端部分には、超鋼またはダイヤモンドが埋め込まれている。この先端部分は摩耗に強いことが必要で、超鋼、ダイヤモンド、ルビー等が一般に用いられるが、ワークWの材質によっても使い分けられる。

## 【 0 0 2 8 】

鉄やステンレス等の硬い材質を測定する場合は価格の安い超鋼が用いられるが、回転するワークWを測定する場合はより摩耗に強いダイヤモンドが用いられる。また、アルミ、銅、軟質ガラス等の軟らかい材質を測定する場合は、滑りの良いダイヤモンドが使用され、測定力を小さくしたり、リトラクト状態からの落下速度を遅くしたりして傷やへこみの発生が防止される。

## 【 0 0 2 9 】

接触子14の先端形状は、通常R形状が用いられる。Rの大きさは種々用いられるが、特にインプロセスで加工中のワークWを測定する場合は、切屑を噛み込まないようにR0.5～R1.5mm程度のRの小さな先端形状が用いられる。

## 【 0 0 3 0 】

また、測定面が粗い場合、細かい粗さを拾って値がばらつくことがあるので、平均化の意味でRの大きな先端形状が用いられる。このような場合、R3～R6mm程度が標準的に用いられる先端Rである。軟質ワークWの場合も、接触時のワークWのへこみを小さくする意味でR3mm以上が使用され、R3～R6mm程度が標準的に用いられる。

## 【 0 0 3 1 】

歯車のような不連続面を測定する場合は、図4に示すように、溝を跨ぐ大きさのRとし、溝と平行な方向のRはR1.5程度にし、全体として船形形状の接触子14が用いられる。

## 【 0 0 3 2 】

回転する歯車の外径を測定する場合、小さな接触子14では落ち込みと跳ね上がりの量が大きく測定値がばらつくため、谷から山にうまく乗り上がる構造にする必要がある。また、溝を跨ぐ構造にしたとしても落ち込み跳ね上がりは完全には抑えられず、回転が速くなるとがたつきが大きくなったり、跳ね上がったまま

でほとんど接触しない状態になる。そのためダンパ 18 の効果を強くするとともに、ワーク W の周速や接触、非接触時間を規制する必要がある。測定はワーク W を一周以上回転させて最大値を記憶する方法が用いられている。

#### 【0033】

その他、円筒状の超鋼製接触子 14 が用いられることもある。この場合、フィンガ 13 の接触子挿入孔に割りを入れておき、割り締めで固定する。また、ワーク W との接触部が摩耗したら回転させて固定しなおし、未使用面を使うことで寿命を延ばすようにしている。しかしこの円筒状の接触子 14 はワーク W との平行出しが難しいので、狭くて R 型接触子が使えない場合のような、特殊な条件の時に用いられる。

#### 【0034】

なお、輪郭形状測定機の場合は接触子 14 の先端形状は R 0.01 ~ R 1.0 mm、また表面粗さ測定機の場合は R 0.002 ~ R 0.010 mm が通常である。

#### 【0035】

図 5 は、スケール部の構成を説明する斜視図である。スケール部は図 5 に示すように、スケール 15 と読取りヘッド 16 とからなっている。スケール 15 は光の回折干渉を利用した反射型スケールが用いられ、支点部材 11 を中心に回転するアーム 12 に固定されている。スケール 15 の近傍には読取りヘッド 16 が配置され、スケール 15 の移動量を検出する。読取りヘッド 16 は、図示しない光源としての発光素子、コリメートレンズあるいは集光レンズ、及び受光手段としての受光素子とからなっている。

#### 【0036】

図 6 は、スケール 15 に透過型のモアレスケールを用いた場合の構成を表わす斜視図である。透過型モアレスケールの場合は、アーム 12 に固定されているスケール 15 がメインスケールであり、読取りヘッド 16 はメインスケールに近接配置されたインデックススケール 16 A、光源としての発光素子 16 C、コリメートレンズ 16 D、及び受光手段としての受光素子 16 B とからなっている。

#### 【0037】

尚、前記実施の形態においては、スケール 15 として回折干渉を利用した反射型スケールや透過型のモアレスケールを示したが、本発明はこれに限らず、回折干渉を利用した透過型スケール、あるいは反射型のモアレスケール等々種々のスケールを用いることができる。

#### 【0038】

スケール 15 が、反射型スケールの場合でも、透過型スケールの場合でも、どちらの方式もスケールパターンは円弧上に形成されている。そのため、図 7 (a) に示すように、読取り点の円弧の中心とアーム 12 の回転中心である支点部材 11 の中心とが一致するように配置されている。この位置決めが狂うと偏心誤差が発生するので、正確に調整されている。

#### 【0039】

スケールパターンは円弧状のため、読取り位置によりパターンピッチが異なる。図 7 (b) はスケール 15 の円弧パターンを拡大した図であるが、同図に示すように、半径方向の位置によってパターンピッチが a、b、c のように異なる。そのため、読取り位置で所望のピッチになるように設計されている。

#### 【0040】

スケール 15 を読み取るに当たっての原点は、リミットスイッチ等の機械原点を設けても良いが、本実施の形態では図 7 (a) に示すように、スケール上に原点を設けた。スケール上の原点では 1 個のスリットをスケール上に形成しておき、このスリットが通過したかどうかを光学的に検出する方式であるが、1 個のスリットではなくパターンを形成してもよい。原点が形成されていないスケール 15 では、ノイズ等によりミスカウントが発生した場合、マスタを用いてゼロセットをやり直さなければならないが、原点付の場合は原点を一度通過させれば復帰する。

#### 【0041】

前述の実施の形態では、読取りヘッド 16 が固定でスケール 15 が旋回運動する構成としたが、これに限らず、スケール 15 が固定で読取りヘッド 16 が旋回運動するようにしても良い。この場合、読取りヘッド 16 から出ている信号線の配線処理に工夫が必要である。

## 【0042】

モアレスケール方式は、図8に示すように、発光素子16CであるLEDから発光した光をコリメートレンズ16Dで平行光線にしてインデックススケール16Aとメインスケールであるスケール15を照明する。インデックススケール16Aとメインスケールであるスケール15との組み合わせにより生じたモアレ縞を受光素子16Bであるフォトダイオードで読み取る。

## 【0043】

図9はリニア型モアレスケールの場合の説明図である。メインスケールに対してインデックススケール16Aを傾けることによりモアレ縞が生じる。このモアレ縞のピッチは、パターンのピッチと両スケール間の傾き角に依存している。このモアレ縞から $0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $180^\circ$ 、及び $270^\circ$ の4相信号が得られるように、4個のフォトダイオードを用い、モアレ縞とフォトダイオードとの位置関係が調整されている。尚、フォトダイオードは4個に限らず、例えば24個使用して4相信号を得る6組の信号から平均化するようにしてもよい。

## 【0044】

円弧スケールの場合も同様に、メインスケールとインデックススケール16Aのパターンを同一に形成し、両者を傾けて配置すると、図10に示すように、パターンと垂直方向に円弧のモアレ縞が発生する。また、同一の円弧パターンを有するメインスケールとインデックススケール16Aとを半径方向にずらして配置すると、パターンと平行な方向にモアレ縞が発生する。更に、メインとインデックスのパターンピッチあるいは円弧半径を異なるパターンで形成し、同様に半径方向にずらしてもパターンに平行なモアレ縞が生じる。

## 【0045】

前述の他、リニア型ではインデックススケール16Aに位相の異なる複数の格子を形成し、各位相毎にメインスケールとの組み合わせでその位相の位置全体が明及び暗に変化するヌルフリンジ型を構成し、位相のずれた夫々の格子の後にフォトダイオードセルを配置する方式がある。このヌルフリンジ型を円弧スケールに応用する場合は、インデックススケール16Aの円弧半径の異なる複数の位置に位相をずらしてパターンを形成しなければならないため、図11に示すように

、円弧半径の異なる位置に応じて位相とともにピッチも変えて形成される。

#### 【0046】

図12に3種類のスケール15の取付け位置の例を示した。図12(a)はフィンガ13と同一直線上に設けた場合を表わし、図12(b)はフィンガ13と45°の方向に設けた場合で、図12(c)はフィンガ13と直角方向に設けた場合を表わしている。スケール15の取付け位置は、支点部材11の回転中心とスケール15の円弧パターンの円弧の中心とが一致していればどの角度でもよいし、アーム12やフィンガ13が途中でどんな形状であってもよい。但し、接触子14に図2(a)のような矢印方向からの力が加わる場合は、図2(a)ではほとんど誤差にならないが、図12(c)では読み取り誤差に直結する。

#### 【0047】

図13は、Σ型測定ヘッドにおいてスケールユニットを1個で共用する場合を表わしている。この実施の形態では図14に示すように、上側の接触子14用のアーム12にはスケール15が取付けられ、下側の接触子14用のアーム12には読み取りヘッド16が取付けられている。更に、両方のアーム12、12の支点部材11、11は回転中心が同一直線上に位置するように配置されている。この構成の場合は、スケールユニットが1セットで済み安価に構成されるだけでなく、読み取りの分解能が2倍になるというメリットも有している。

#### 【0048】

尚、上記構成は接触子14、14の向きを反転し測定圧の加える方向を反転した内径用測定ヘッドへの変形例も含んでいる。

#### 【0049】

スケールユニットの配置構造の変形例として、図14に示すように、アーム12の後端に設けたR面を有する部材に格子を形成する方式や、R面にテープスケールを貼付した方式で、R面に対向する位置に干渉計を配したものである。この変形例の場合は、測定ヘッド全体の厚さを薄くすることができるが、長手方向の寸法が増加する。

#### 【0050】

図15はダンパ18の原理を表わす断面図である。ダンパ18は、ワークが回

転する場合の接触子 14 の飛び跳ね減衰用で、特に歯車のような不連続面を測定する場合に必要なものである。ダンパ 18 はダッシュポット型ダンパで、ダンパー材 18 E が充填されたシリンダ 18 A 内をシャフト 18 C に取付けられたピストン 18 B がピストン運動を行う。シリンダ 18 A の移動に伴ってダンパー材 18 E が狭い流路を通して移動する時に流路の抵抗に基いてピストン 18 B の両側に圧力差が発生し、それがピストン面に働いてピストン運動に抵抗を与えるというものである。図 15 (a) はピストン 18 B に形成された孔 18 D が流路となっている場合を示し、図 15 (b) はピストン 18 B とシリンダ 18 A との隙間が流路になっている場合を示している。

#### 【0051】

図 16 は、本実施の形態のダンパ 18 を説明する側測断面図である。ダンパ 18 は、図 16 に示すように、シリンダ 18 A、ピストン 18 B、シャフト 18 C、ダンパー剤 18 E、ブーツ 18 F、ヒンジピン 18 G 等からなっている。シリンダ 18 A は円筒形状で、内部にダンパー剤 18 E としてシリコンオイルが充填されている。ピストン 18 B はシリンダ 18 A の内径より僅かに小径の球状体で、シャフト 18 C の一端に連結され、シリンダ 18 A 内を往復移動する。

#### 【0052】

シャフト 18 C の他端はヒンジピン 18 G を介してアーム 12 と回動自在に連結されている。また、シリンダ 18 A の上部にはブーツ 18 F が取付けられ、内部に充填されているダンパー剤 18 E が漏れないようになっている。このダンパー剤 18 E はシリコンオイルに限らず、水でもエンジンオイル等でもよく、また空気であってもよい。ダンパー効果を高める場合は粘度の高いものが用いられる。

#### 【0053】

尚、シャフト 18 C をヒンジピン 18 G を介してアーム 12 と回動自在に連結したが、ピストン 18 B が球状体であるので、測定ストロークの少ない測定ヘッドの場合にはヒンジピン 18 G を省略してシャフト 18 C をアーム 12 に固定してもダンパー効果は得られる。

#### 【0054】



図 1 6 (a) はアーム 1 2 が右上がりの状態を表わし、図 1 6 (b) はアーム 1 2 が水平状態で、図 1 6 (c) はアーム 1 2 が右下がりの状態を表わしている。図に示すように、シャフト 1 8 C の出入りに伴う体積変化をブーツ 1 8 F が膨縮することで吸収している。

#### 【0 0 5 5】

図 1 7 はダンパ 1 8 の変形例を表わしている。この変形例は、球状のピストン 1 8 B の両側に夫々同じ径のシャフト 1 8 C、1 8 C を設けたもので、ブーツ 1 8 F も両側に取付けられている。この変形例によれば、シャフト 1 8 C が押込まれた分反対側のシャフト 1 8 C が飛び出すので、あるいはシャフト 1 8 C が引き抜かれた分反対側のシャフト 1 8 C が入り込むので体積変化がなく、ブーツ 1 8 F が膨縮する必要がないのでブーツ 1 8 F の耐久性が増大する。

#### 【0 0 5 6】

微妙なダンパー効果を実現させるためには、キャビテーション現象を考慮する必要がある。これは流れの中に圧力の低い所ができた時に気泡や空洞が生じる現象のことで、流体の粘度と隙間と速度がある条件を満たしたときに発生する。特に粘度が高く、隙間が狭く、速度が速い場合に生じやすく、ダンパー効果を高く且つ接触子 1 4 の急激な変位に対応させたい場合に障害になる。

#### 【0 0 5 7】

図 1 8 は、球状のピストン 1 8 B の表面に放射状に複数の溝を形成した状態を示したもので、前述のキャビテーション現象を生じさせないようにした変形例である。図 1 8 (a) は側面図で、図 1 8 (b) は平面図である。この場合、球状のピストン 1 8 B の直径を僅かに小さくして隙間を広げ、その分溝による粘性抵抗を増やしている。但し粘性抵抗による抵抗力は、隙間による抵抗力に比べてはるかに小さいので、ダンパー剤 1 8 E の粘度を高くしている。

#### 【0 0 5 8】

なお、上記実施の形態ではピストン 1 8 B を球状にしたが、球の上下をスライスして側面のみを球面にした形状でもよく、あるいは樽型形状であってもよく、シャフト 1 8 C の傾きに対応できる形状であれば種々の形状を用いることができる。

**【0059】**

次に、シーソー式の測定ヘッドで問題になる円弧誤差の補正について説明する。センサにスケール15を使用することで広範囲測定が可能になるが、例えば外径測定において、図19に示すように、接触子14の円弧運動に伴って接触子14のワークWとの接触点がワークWの軸心からずれる。ワークWの最小径から最大径まで直線的に変化するなら最小径と最大径の2つのマスタで校正すればよいが、実際には3次曲線状に変化するため、ソフトウェアで補正する。アーム12の支点とワークWとの位置関係から、接触子14のワークWとの接触点の軌跡を計算し、スケールゼロ点を基準とした各測定径における誤差を計算して補正している。

**【0060】**

図20に、ワークWの半径 $R_1 = 4\text{ mm}$ 、接触子14の先端半径 $R_2 = 1.5\text{ mm}$ の時の外径測定時の芯ずれ誤差のグラフを示している。また、これを基に、支点部材11の中心から接触子14の先端までの距離が155mmの場合で算出した補正值を図21のグラフで示した。

**【0061】**

また、Σ型測定ヘッドにおいて、上下の接触子14、14の当たり点のズレをなくし、ワークWの軸心高さとΣ型測定ヘッドの上下方向中心位置を揃えることにより、校正に使用するマスタは1個でよく、更に工場調整時に用いるだけで客先ではマスタレスにすることができる。

**【0062】**

本発明のデジタル測定ヘッド10には、図示しないリトラクト手段が設けられている。リトラクト手段は、デジタル測定ヘッド10を測定点に移動させる時にフィンガ13を開又は閉の状態にする逃がし機構である。このリトラクト手段はエアシリンダやラッチングソレノイドを用いてレバーを押し引きする機構が用いられている。

**【0063】**

エアシリンダやラッチングソレノイドの外にモータを使用したり、デジタル測定ヘッド10の出し入れの動きに連動してレバーを押し引きする機構を別に設

けてもよい。また、リトラクト状態からの接触子14の落下速度の制御が必要な場合は、エアーシリンダに絞りを付けてエアの流量で制御する。また、このリトラクト手段はデジタル測定ヘッド10の内部に搭載した内蔵型でもよく、あるいは外部に設けた外付け型でもよい。

#### 【0064】

デジタル測定ヘッド10に急激な温度変化を与えると結露が生じる場合がある。その場合、配線部分の電氣的な絶縁不良と錆の発生、更にはスケール15の光学的読み取り不良や信号レベルの低下等の不都合が生じる。そのため、本実施の形態では、エアーパージ方式をとっている。これはデジタル測定ヘッド10のケース22内部に乾燥空気を送り込んで結露を防ぐ方式である。この場合リトラクト手段で用いるエアを分岐して使用してもよい。また、エアーパージ方式の他に二重ケース構造方式、ヒーター組込み方式、等を用いてもよい。

#### 【0065】

本発明のデジタル測定ヘッド10による測定項目としては、外径、内径、段差（高さ）、厚み等の寸法測定、また粗さ、うねり等の表面測定、また形状測定、また位置測定、更に同軸度、同心度、真直度、円筒度、直角度、平行度、テーパ度、線の輪郭度、面の輪郭度、傾斜度、位置度、対称度、円周振れ、全振れ等の幾何公差測定等がある。

#### 【0066】

##### 【発明の効果】

以上説明したように本発明のデジタル測定ヘッドによれば、センサにスケールを使用しているので、センサにLVDTを使用した時の測定範囲1mm程度に比べ、実用的には数十mmの測定範囲が得られ、広範囲測定が可能になる。また、校正用のマスタをサイズシフトの径毎に用意する必要がなく、マスタの数が削減できるので、セットアップ時間や段取り時間が短縮でき、変種変量生産への対応が簡単になる。マスタ数の削減は、メーカー側及びユーザー側共に、マスタの製作、管理、納期、価格等の面でメリットが大きい。

#### 【0067】

また、LVDTはアナログ信号なのでゼロ点ずれとドリフトがあり、安定待ち

時間が必要であったが、本発明のデジタル測定ヘッドではスケールを使用しているので、スケールの読み取り直後にデジタル変換するため、信号処理を行う電気回路もデジタル処理系でよく、起動測定（コールドスタート）が可能であり、起動特性が向上する。

#### 【0068】

更に温度特性がLVDTに比べて著しく向上する。その上LVDTは器差が大きいため、補正する場合は1つ1つ補正量を確認して補正しなければならず、時間がかかるのに対し、スケールは器差がほとんどないため調整、及び検査の工数を大幅に削減することができる。

#### 【0069】

また、直動運動する光学式デジタル方式を採用したデジタル測定ヘッドの場合、接触子の回転移動量を直動運動の移動量に変換するための複雑な機構が必要で、可動部分の質量の増加やリンク支点の摩擦などにより応答周波数が悪化するのに対し、本発明のデジタル測定ヘッドは広範囲の測定ができる上に、高速応答周波数特性に優れていることから輪郭形状測定機や表面粗さ測定機等に共用することが可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明の実施の形態に係るデジタル測定ヘッドを表わす側断面図

##### 【図2】

Σ型の外径測定用測定ヘッドを表わす側断面図

##### 【図3】

支持部材を表わす斜視図

##### 【図4】

歯車測定説明する概念図

##### 【図5】

回折干渉型スケールユニットを表わす斜視図

##### 【図6】

モアレスケールユニットを表わす斜視図

**【図 7】**

円弧パターンスケールを説明する概念図

**【図 8】**

モアレスケールユニットを表わす構成図

**【図 9】**

モアレ縞の読み取りを説明する概念図

**【図 1 0】**

モアレ縞を表わす平面図

**【図 1 1】**

マルチフリッジ型スケールを説明する概念図

**【図 1 2】**

スケールの配置を説明する概念図

**【図 1 3】**

本発明の実施形態の変形例を表わす斜視図

**【図 1 4】**

本発明の別の変形例を表わす概念図

**【図 1 5】**

ダンパの原理を説明する断面図

**【図 1 6】**

本発明の実施形態のダンパを説明する断面図

**【図 1 7】**

ダンパの変形例を説明する断面図

**【図 1 8】**

ピストンの変形例を説明する概念図

**【図 1 9】**

円弧誤差を説明する概念図

**【図 2 0】**

芯ずれ誤差を説明するグラフ

**【図 2 1】**

円弧誤差の補正値を説明するグラフ

【図 2 2】

従来の測定ヘッドを表わす概念図

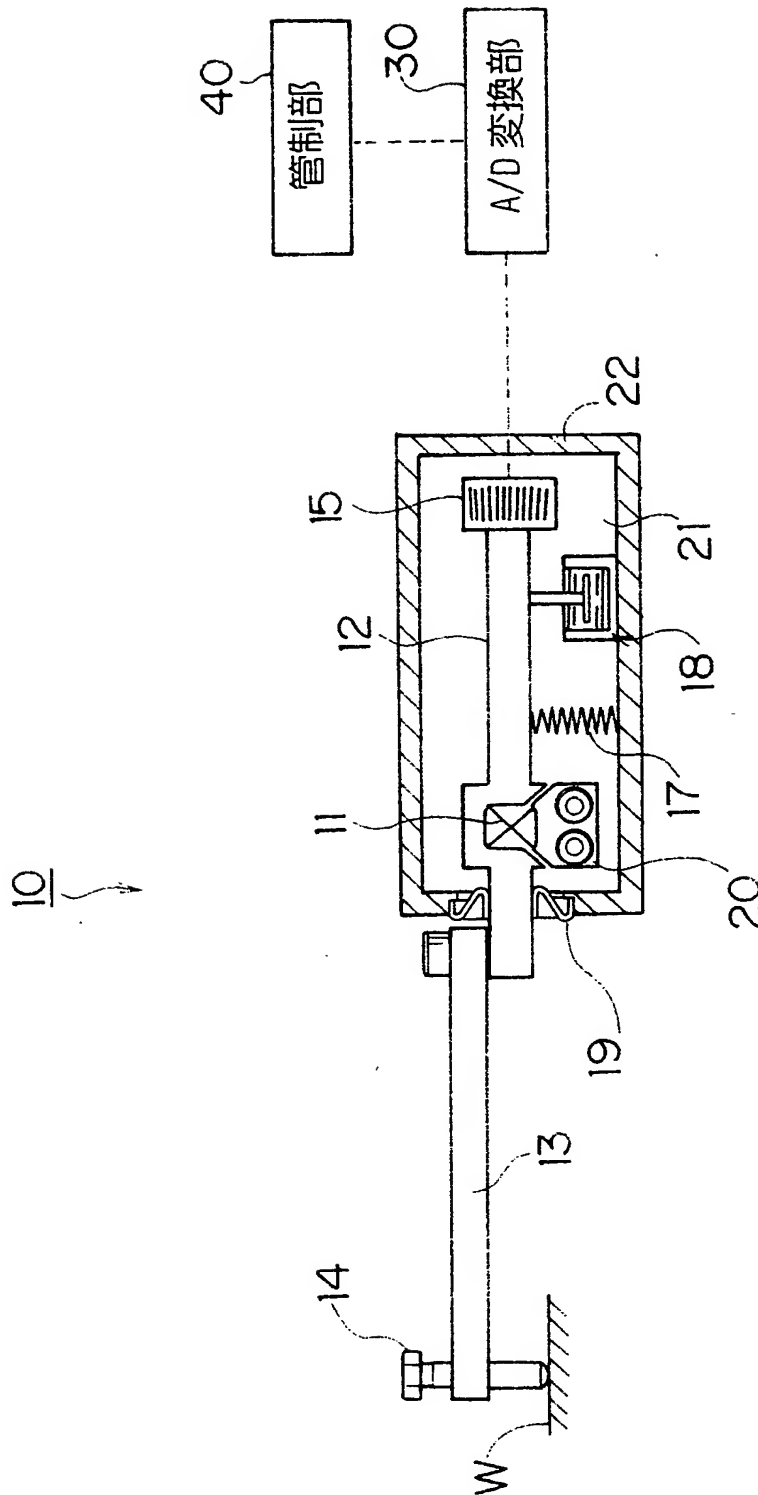
【符号の説明】

1 0…デジタル測定ヘッド、1 1…支点部材、1 2…アーム、1 3…フィンガ  
、1 4…接触子、1 5…スケール、1 6…読取りヘッド、1 7…加圧部材、1 8  
…ダンパ、1 9…ブーツ、2 0…ホルダ、2 1…ベース、2 2…ケース、3 0…  
A/D変換部、4 0…管制部、W…ワーク

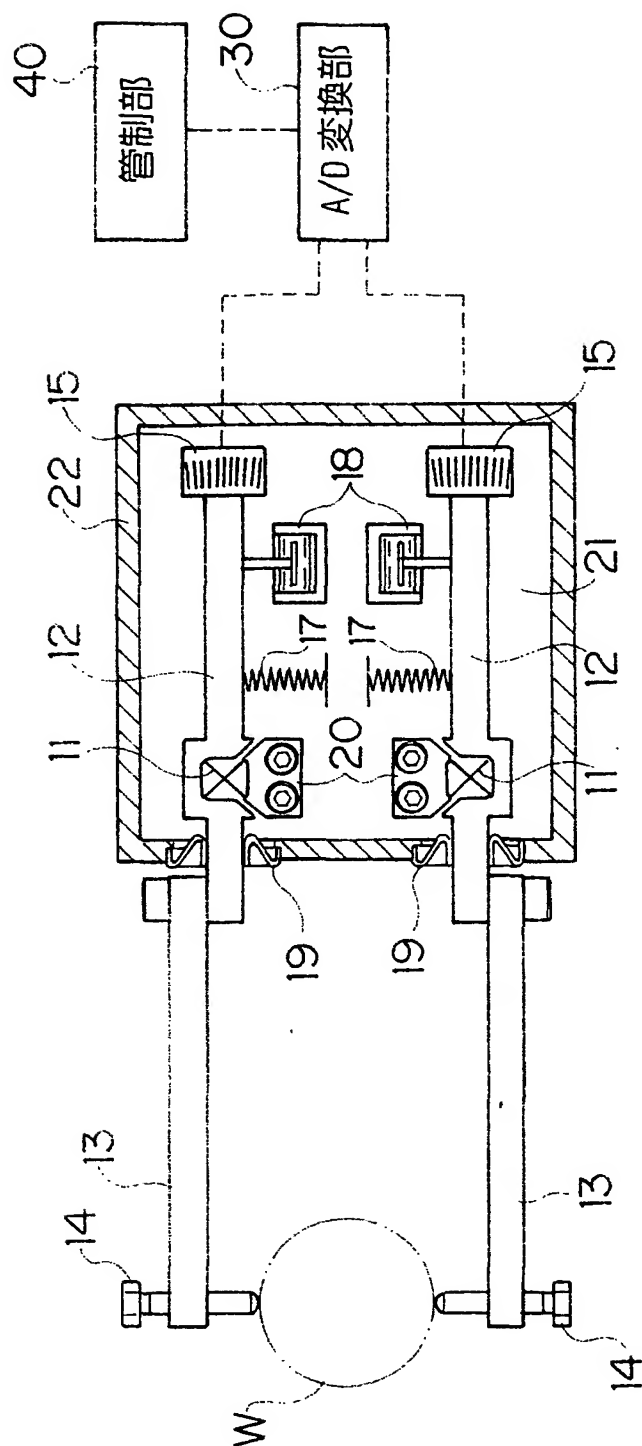
【書類名】

図面

【図 1】

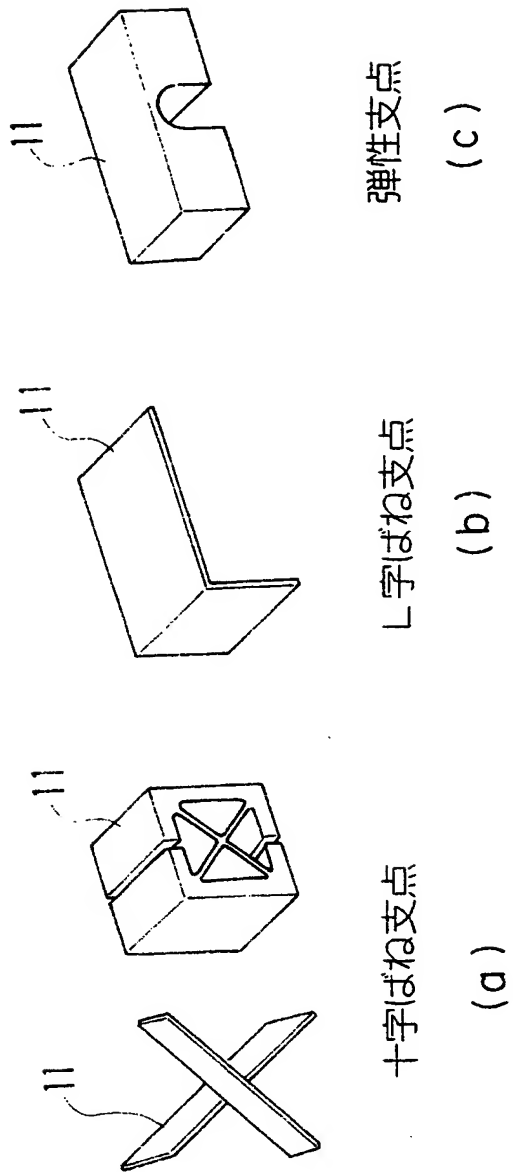


【図 2】

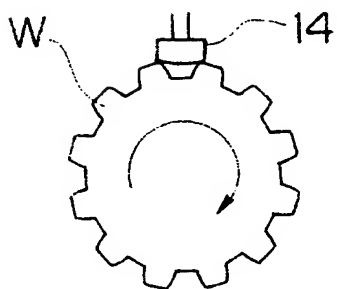




【図 3】

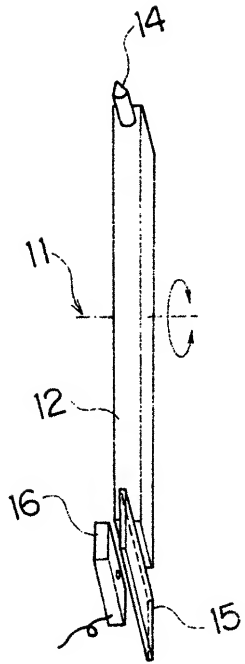


【図 4】



特願2002-229550

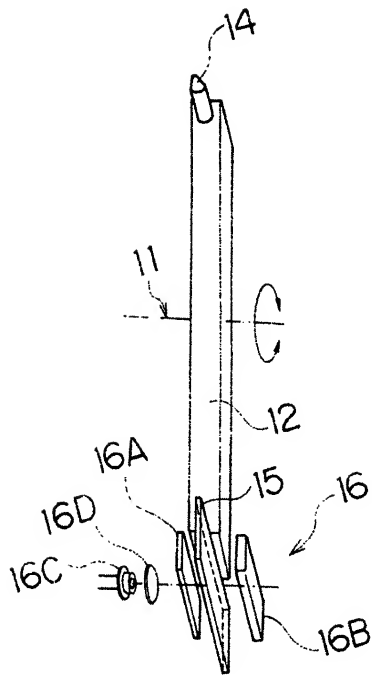
【図5】



出証特2003-3057776

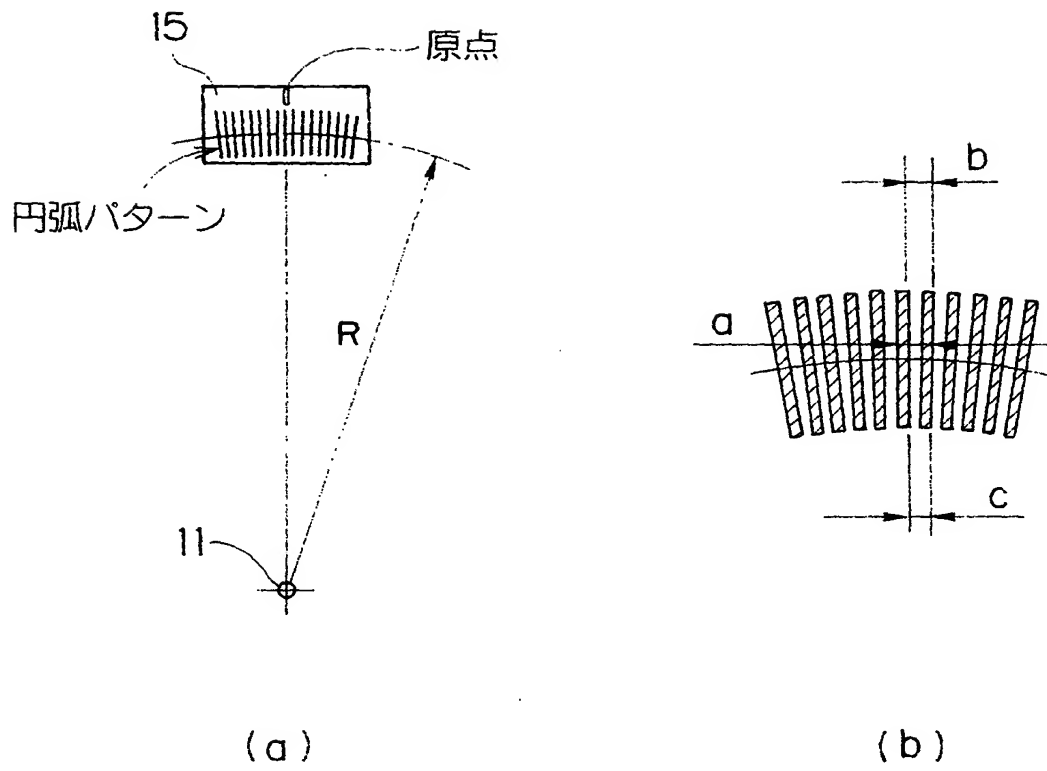
特願2002-229550

【図6】

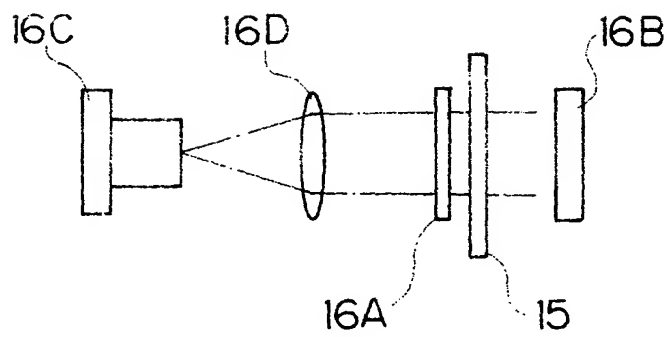


出証特2003-3057776

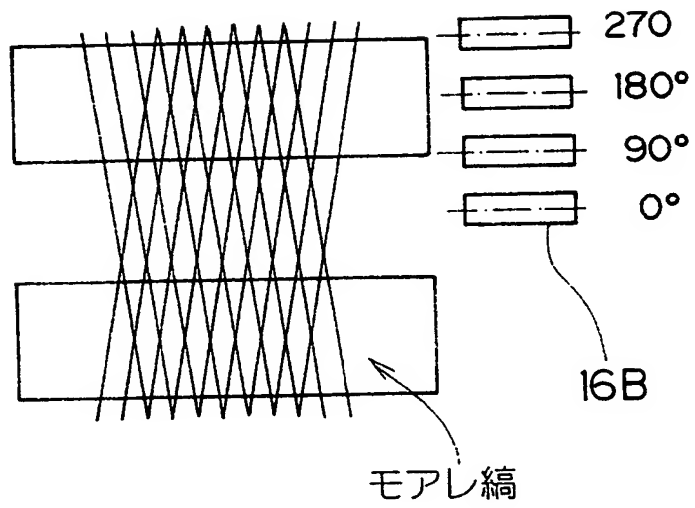
【図 7】



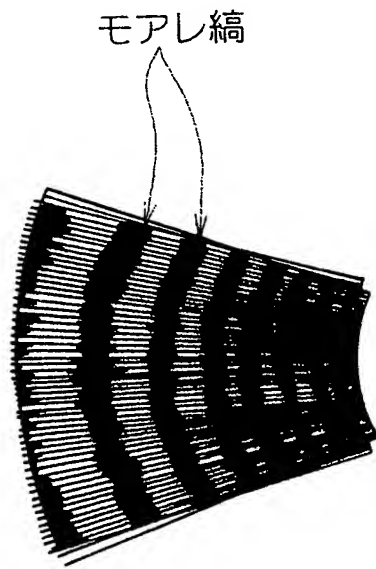
【図 8】



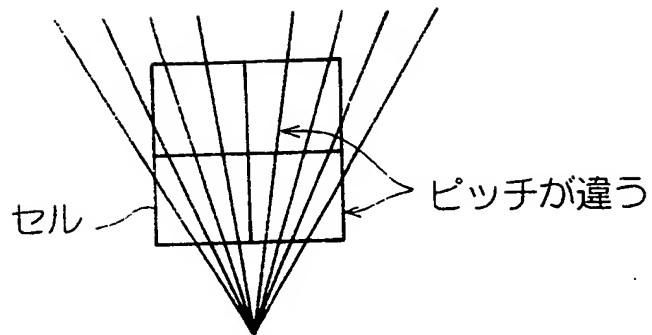
【図 9】



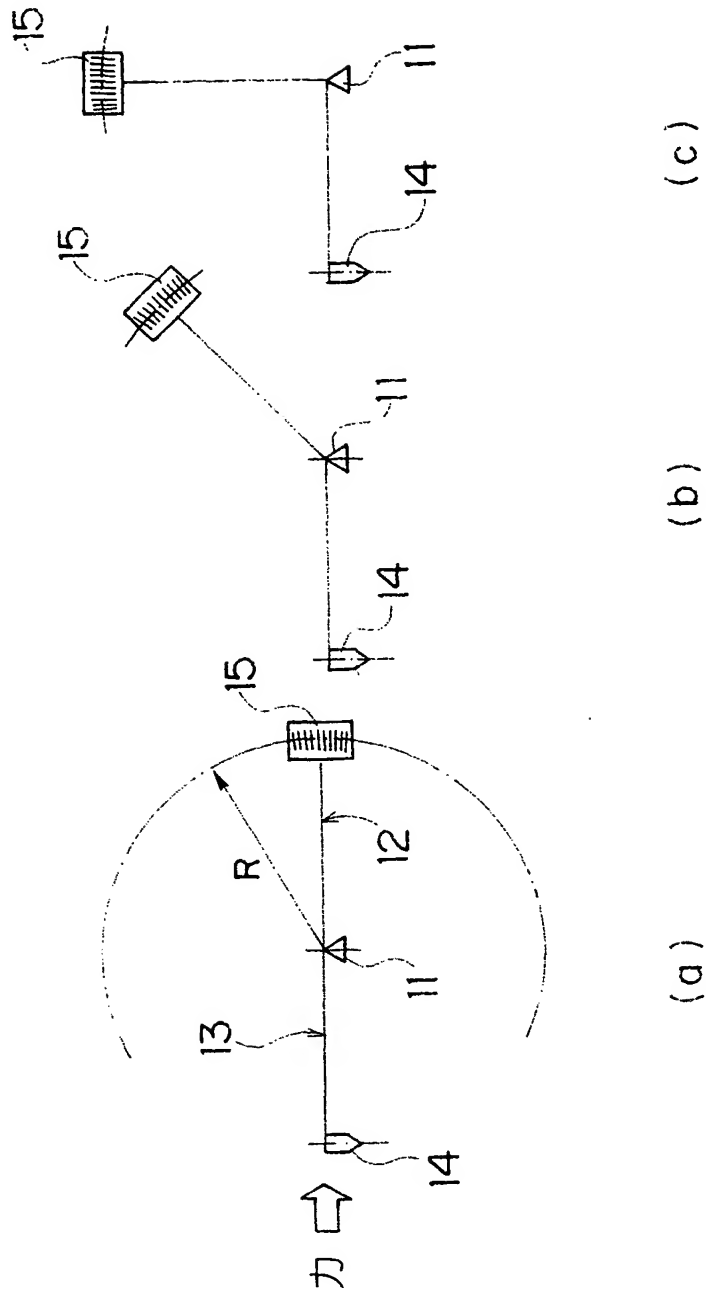
【図 10】



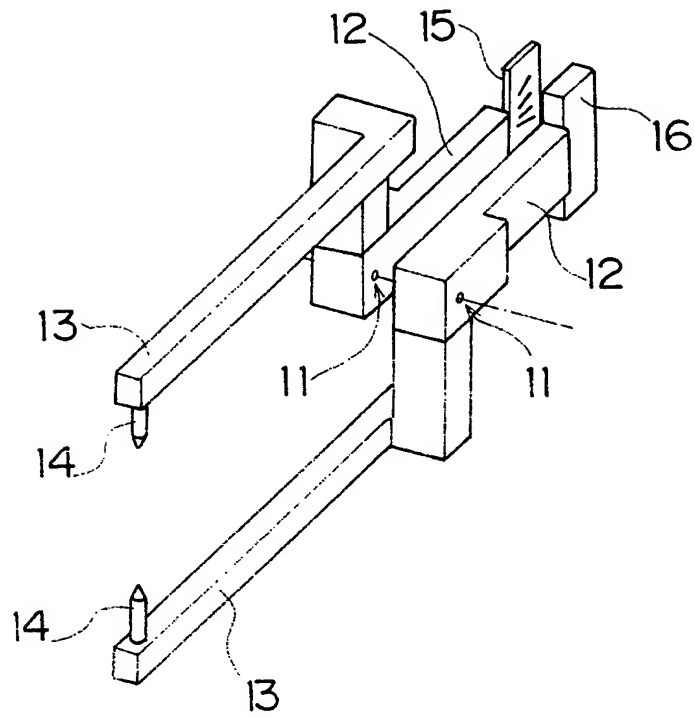
【図 11】



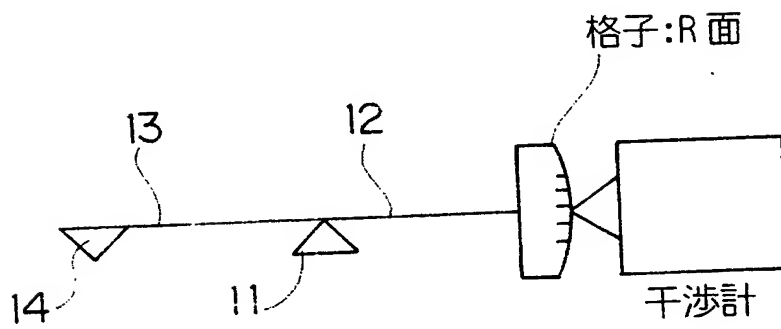
【図 12】



【図13】

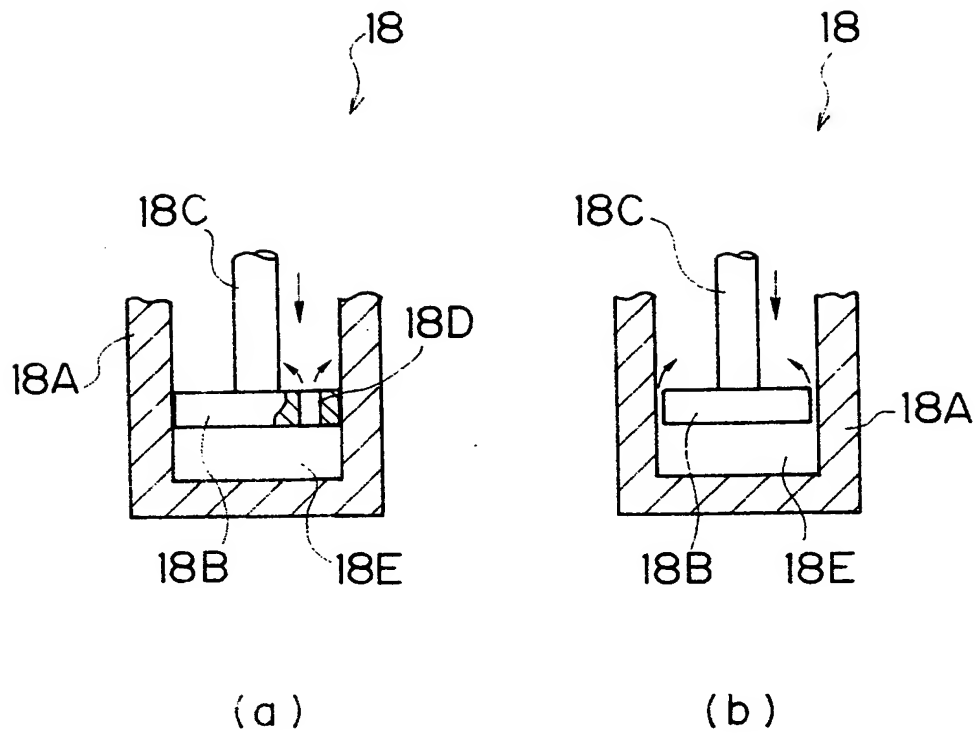


【図14】

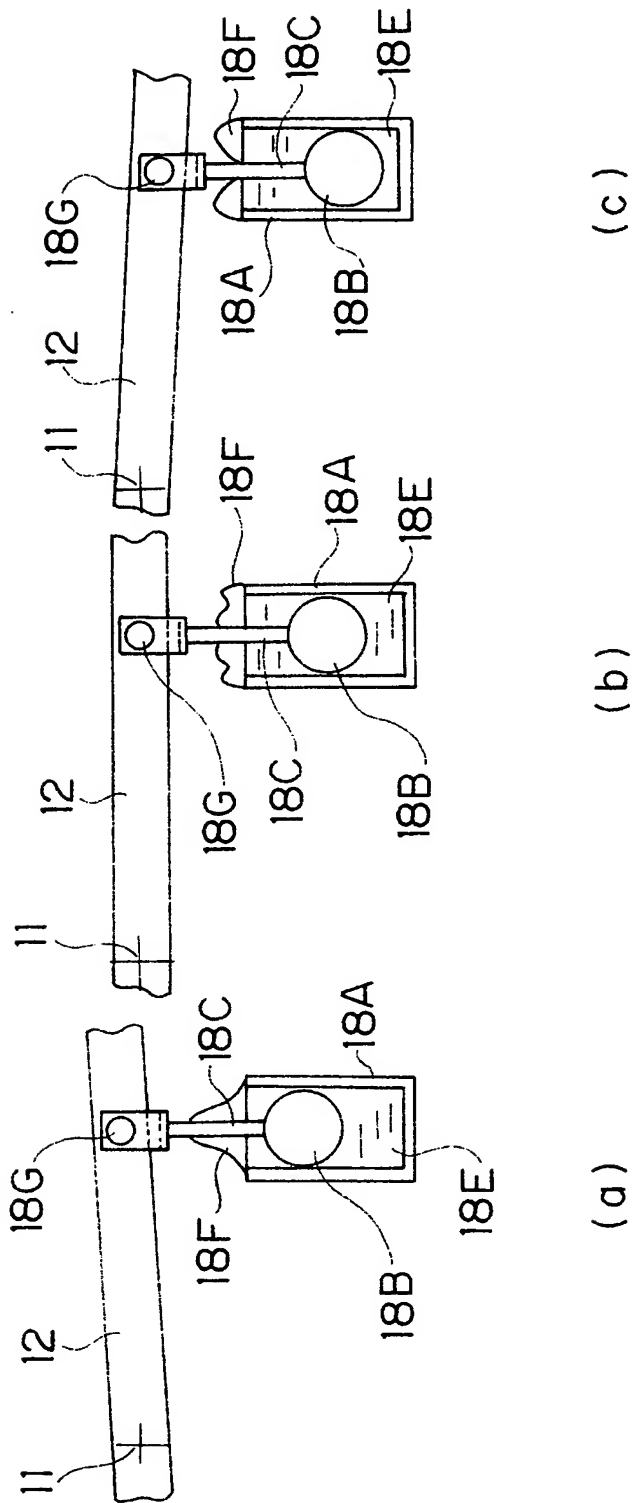




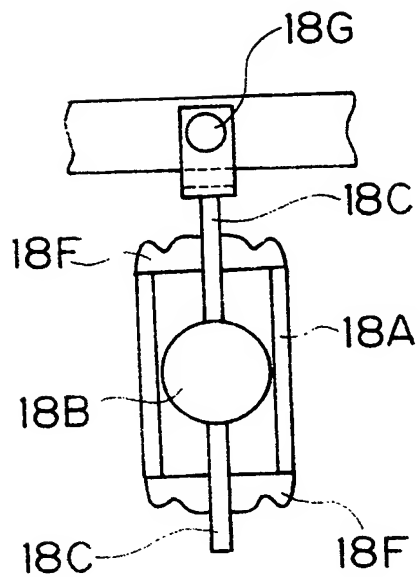
【図 15】



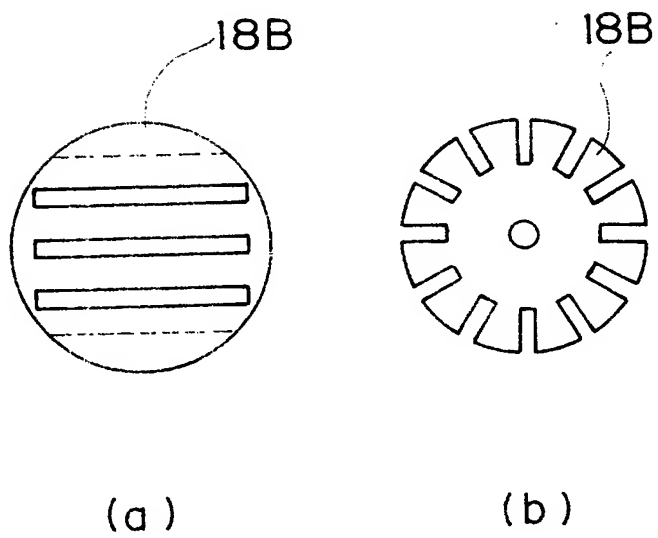
【図 16】



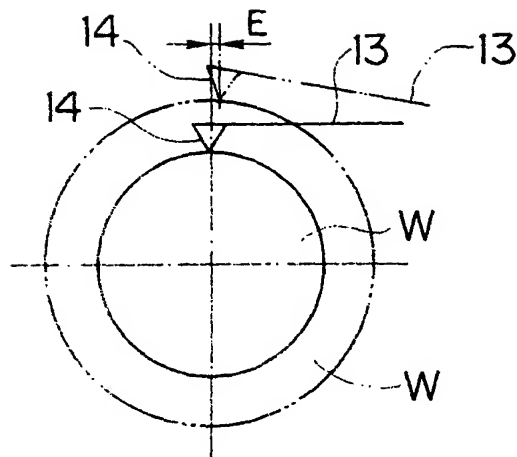
【図 17】



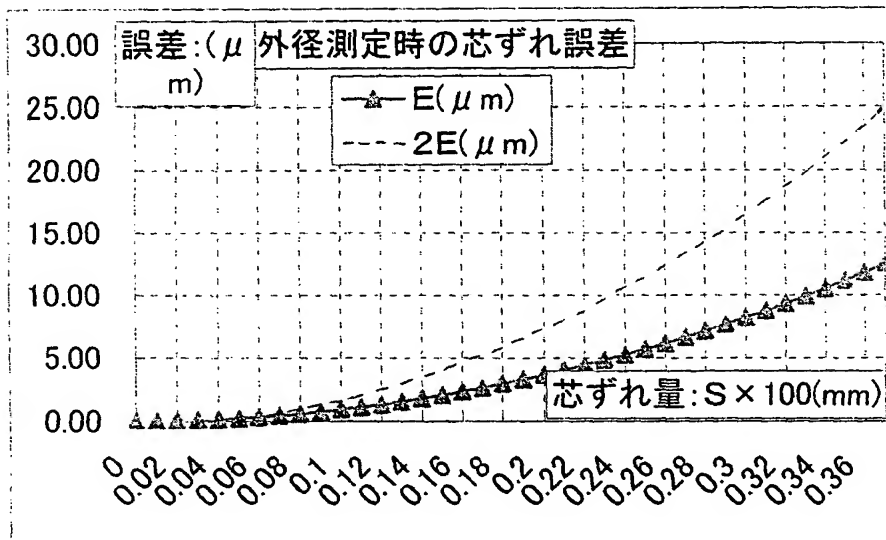
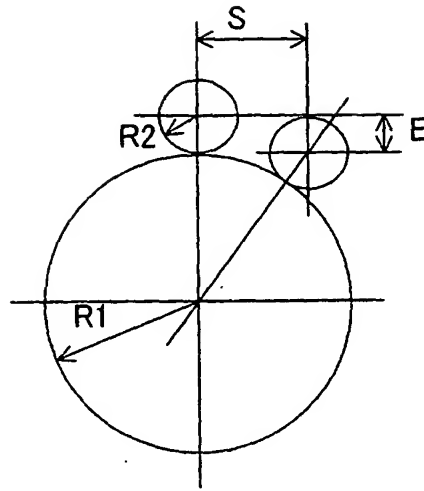
【図 18】



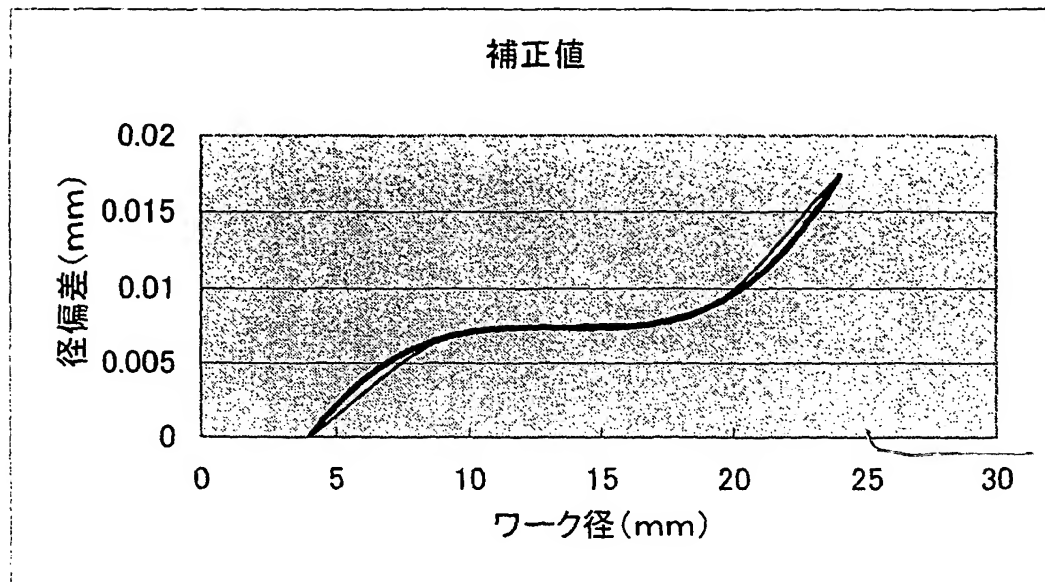
【図 19】



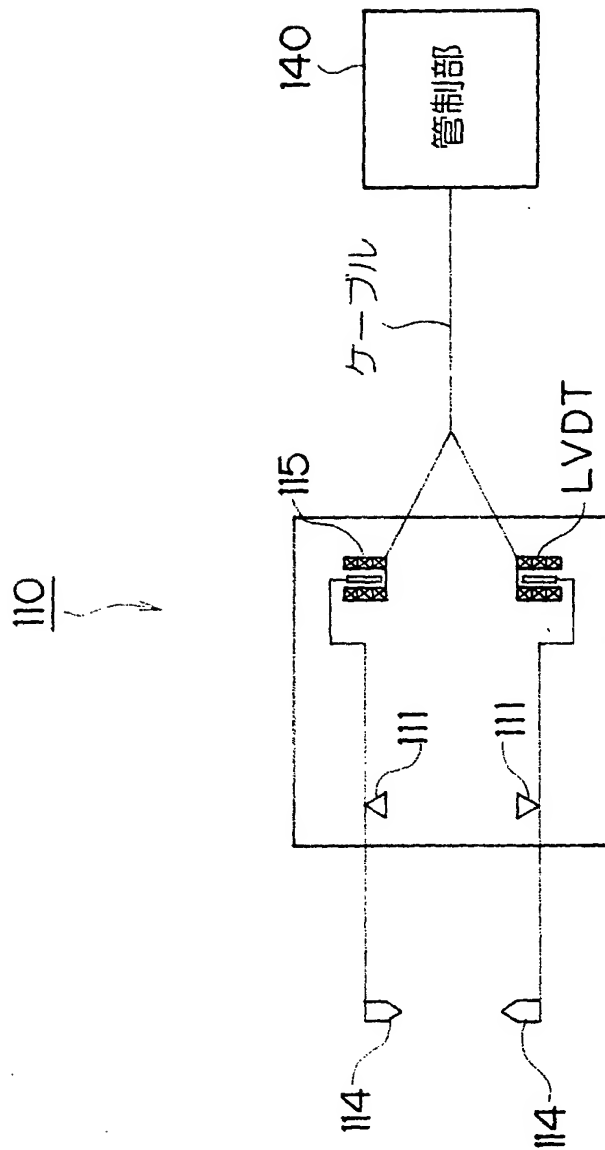
【図 20】



【図 21】



【図 22】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 広範囲の測定ができ、起動特性や温度特性に優れ、更に指示寸法の校正のためのマスタが少なくて済むデジタル測定ヘッドを提供すること。

【解決手段】 ワークWに接触子14を当接させて測定する測定装置の測定ヘッドの構造を、支点を中心に回転可能に支持されたアーム12と、先端に接触子14を有しアームの先端部に取付けられたフィンガ13と、アーム12の後端部に設けられたスケール15又は読取りヘッド16と、で構成し、ワークWと接触する接触子14の変位を、スケール15と読取りヘッド16で検出するようにして、広範囲の測定ができ、起動特性や温度特性に優れ、更に指示寸法の校正のためのマスタは最初の調整時に使用するのみとした。

【選択図】 図2



特願 2002-229550

出願人履歴情報

識別番号

[000151494]

1. 変更年月日

1990年 8月28日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都三鷹市下連雀9丁目7番1号

氏 名

株式会社東京精密